

周立国,王延浩,张单乐,等.日龙沟锡—多金属成矿区综合物探找矿方法应用研究.地球物理学进展,2009,24(6):2255~2260,DOI:10.3969/j.issn.1004-2903.2009.06.046.

Zhou L G, Wang Y H, Zhang D L, et al. A study on application of integrated geophysical prospecting methods to the Rilonggou Sn-polymetallic metallogenic area. *Progress in Geophys.* (in Chinese), 2009, 24(6):2255~2260, DOI:10.3969/j.issn.1004-2903.2009.06.046.

日龙沟锡—多金属成矿区综合 物探找矿方法应用研究

周立国, 王延浩, 张单乐, 张晓闯

(山东省第八地质矿产勘查院,日照 276826)

摘要 通过对日龙沟锡—多金属矿区物探工作的研究分析,结合地质物探工作,提出了在日龙沟寻找磁黄铁矿化热液改造型锡—多金属矿床的找矿标志和工作方法.利用该方法对矿区外围进行验证,认为矿区外围成矿条件优越,已有多个钻孔见矿.因此,可以总结出该区域寻找此类型矿体的地球物理预测模型,为该区今后的找矿工作提供经验.

关键词 综合物探,磁化率,硫化物,找矿标志

DOI:10.3969/j.issn.1004-2903.2009.06.046

中图分类号 P631

文献标识码 A

A study on application of integrated geophysical prospecting methods to the Rilonggou Sn-polymetallic metallogenic area

ZHOU Li-guo, WANG Yan-hao, ZHANG Dan-le, ZHANG Xiao-chuang

(Eighth Institute Geology and Mineral Exploration of Shandong Provincial, Rizhao 276826, China)

Abstract According to the research and analysis of geophysical prospecting methods and combined with the geological, geophysical and geochemical exploration in the Rilonggou Sn-polymetallic deposit, the methods and prospecting indicators on exploration of pyrrhotite mineralization hydrothermal transformation type Sn-polymetallic ore deposits in the Rilonggou area are proposed. The test using this method to the mining area periphery suggests that the mining area periphery mineralization condition is superior. Therefore, a geophysical prediction model can be created for this region to seek for this type ore body, and to provide guidance in the future exploration.

Keywords integrated geophysical prospecting, magnetic susceptibility, sulphide, prospecting indicator

0 引言

日龙沟矿区位于青海省兴海县境内,1958年,原海南地质队刑全洲等在铜峪沟矿区外围普查时,根据群众报矿发现了日龙沟铜矿化点.1958~1986年地方地质队先后十多次对日龙沟矿区以铜矿床为目标进行勘探,结果都以铜品位低、交通不便、环境恶劣等为由否定了该区的找矿前景.直到1987年,青海省原地质三队从采集的样品分析结果获得锡矿

含量客观,经估计可达到中型锡矿床,同年,青海省地矿局批准该区锡矿为新发现矿产地.由于客观原因,该区未做地质详查工作,矿体赋存状态不明.

随着西部大开发战略的实施,矿产资源的勘查和开发成为地方经济发展的重要举措之一.受青海赛什塘铜业有限公司委托,2006年我院对该区进行地质详查工作,判定该区为磁黄铁矿化热液改造型锡—多金属矿床,具高磁高极化的特性,为地球物理探矿提供前提.在该区的地质找矿中,以磁法为主,

收稿日期 2009-01-22; 修回日期 2009-04-15.

作者简介 周立国,男,1983年生,汉族,毕业于中国地质大学(北京),获理学学士学位,主要从事综合物探找矿和物探解译等工作.

(E-mail: zlgyl983@163.com)

辅以常规电法进行综合物探方法^[1~4]找矿,圈定了两条矿带,Ⅰ号矿带长约2 km,已进入开采阶段,Ⅱ号矿带长约1.5 km,多个钻孔已见矿,其前景可观。综合物探在该区探寻、圈定矿体的走向、产状及埋深和指导工程布设等方面发挥了重要作用。

1 区域地质、地球物理概况

1.1 区域地质概况

矿区位于东昆仑与西秦岭交接部位。按照板块构造观点,区域以南有近东西向的布尔汗布达南麓积石山深大断裂,是晚古生代由南部大洋板块向北部柴达木台块俯冲的板块俯冲带^[5],故本区应为古板块接触带附近的古岛弧构造环境^[6]。

区内出露地层有下古生界及古生界二叠系、中生界三叠系、新生界第四系。含矿地层为下二叠统浅变质滨海—浅海相碎屑岩、碳酸盐岩夹火山沉积岩建造。其邻近矿区赛什塘铜矿床^[7]、铜峪沟铜(铅、锌)矿床^[8]等均产于下二叠统,日龙沟矿区出露下二叠统b岩组(P_1^b)未见顶与底。根据区内各种构造形迹的展布方向、影响范围,大致掌握的力学性质、组合特点、排列规律以及由此所推测的成因联系等方面的分析,区内的东西向、北北西向两组构造应分别属于纬向构造体系和河西系,环形形象构造可能是基底断裂所围限的断块或与岩浆建造特点的综合变现。东西向构造是区内发生最早(加里东期后至海西期)的构造形迹,它控制着地层展布。横贯东西延伸的构造线在区域南部比较清晰,以槽型褶皱及断裂发育为特征。继东西向构造之后,印支运动期北北西向构造开始形成和发展,构造形迹以北北西向压扭性断裂为主,褶皱次之,并伴有岩浆活动;北北西向构造形迹对东西向构造形迹进行改造,而东西向构造形迹则对北北西向构造形迹产生抵制、干扰。因而造成本区构造的复杂化。总的表现为全区由南向北,东西向构造形迹的变现由强变弱,而北北西向构造形迹则由弱变强,从而形成区内这种过渡变化的复合构造。矿床产于以北西向为主的褶皱构造翼部、转折端、挠曲、倾伏端等部位的层间及岩体接触带附近。

区内不同性质、类型的构造运动剧烈,断裂构造发育,伴随的岩浆活动也比较强烈,多形成中酸性及中—基性岩浆岩,以侵入作用为主,喷出活动次之。在二叠纪及中三叠世均有火山活动,尤以后者为甚,区域变质作用是本区最基本的地质作用之一,分布较广,所涉及的地层和岩石也较多。另有热力变质、接触交代变质和动力变质,但分布较局限。

矿区主要发育的围岩蚀变类型为绿帘石化、透闪石化、阳起石化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化等。蚀变分带性不明显,在空间及成因上与矿化有着较密切的联系,为成矿作用过程一定阶段的产物。

1.2 区域地球物理场特征

区内所见岩石主要是浅变质的细碎屑岩、大理岩、含炭千枚岩、绢云母石英片岩,以及片麻岩,部分中酸性侵入岩。区域矿产以锡、铜、铅、锌等多金属硫化物矿床为主。锡石常伴随磁黄铁矿产出,或与铜、铅、锌金属硫化物共生。

表1 日龙沟矿区岩矿石物性参数统计表

Table 1 Rock and mineral parameters of the Rilonggou Orefield

岩矿类别	测定块数	$K(4\pi\times10^{-6}\text{ST})J_r(\times10^{-3}\text{A/m})$	$n(\%)$	
	几何平均值	几何平均值	算数平均值	
基性岩	22	3421	1229	2.32
中性岩	21	2113	912	1.12
酸性岩	12	235	21	1.61
片麻岩	31	2546	1087	0.76
磁黄铁矿	42	21347	8564	7.21
矿化蚀变岩	7	11231	4734	5.42
黄铜矿	13	131	0	8.32

矿区岩矿石物性参数统计结果(表1)说明:该区除磁黄铁黄铜矿石类具有高磁特征外,其它岩石多为中低磁背景。磁黄铁矿化热液改造型^[9]锡矿、多金属矿石具有高极化特征是引起激电异常的主要岩石。磁黄铁矿、黄铁矿化热液改造型锡矿石、多金属矿石是我们工作的目的物,而磁黄铁矿、金属硫化物与找矿有密切的关系,是我们工作的目标物。通过发现目标物可间接发现目的物。区内主要干扰源为含黄铁矿黄铜矿化类岩石具有中等磁性和良导电性物性特征,可利用化探成果进行判别。因此形成磁、电综合异常后,再配合以化探异常的衬托,大致能反映出矿体异常位置和范围。

宏观上,全区的地磁异常表现为日龙沟以北为低缓的负背景场,其余皆为正背景场。在正背景场中有几处强磁异常,呈两群和两带分布。由多处局部中心构成,各局部中心大体呈等轴状或长条状,展布方向多为北西向。

2 物探方法的应用与验证成果

2.1 工作方法选择

根据日龙沟矿区岩(矿)石的物性参数测定结果

可见,矿体与围岩的磁性差异、极化率差异等物性参数均较明显,通过磁法与电法的测定工作能够较清晰的区分出矿体与围岩.全区共投入 1/5 千磁法测

量 11 km²,获得较好磁异常 2 处.为了配合该区的磁法测量工作成果,在成矿有利部位布置了 1/5 千激电中梯测量工作和激电联剖工作.

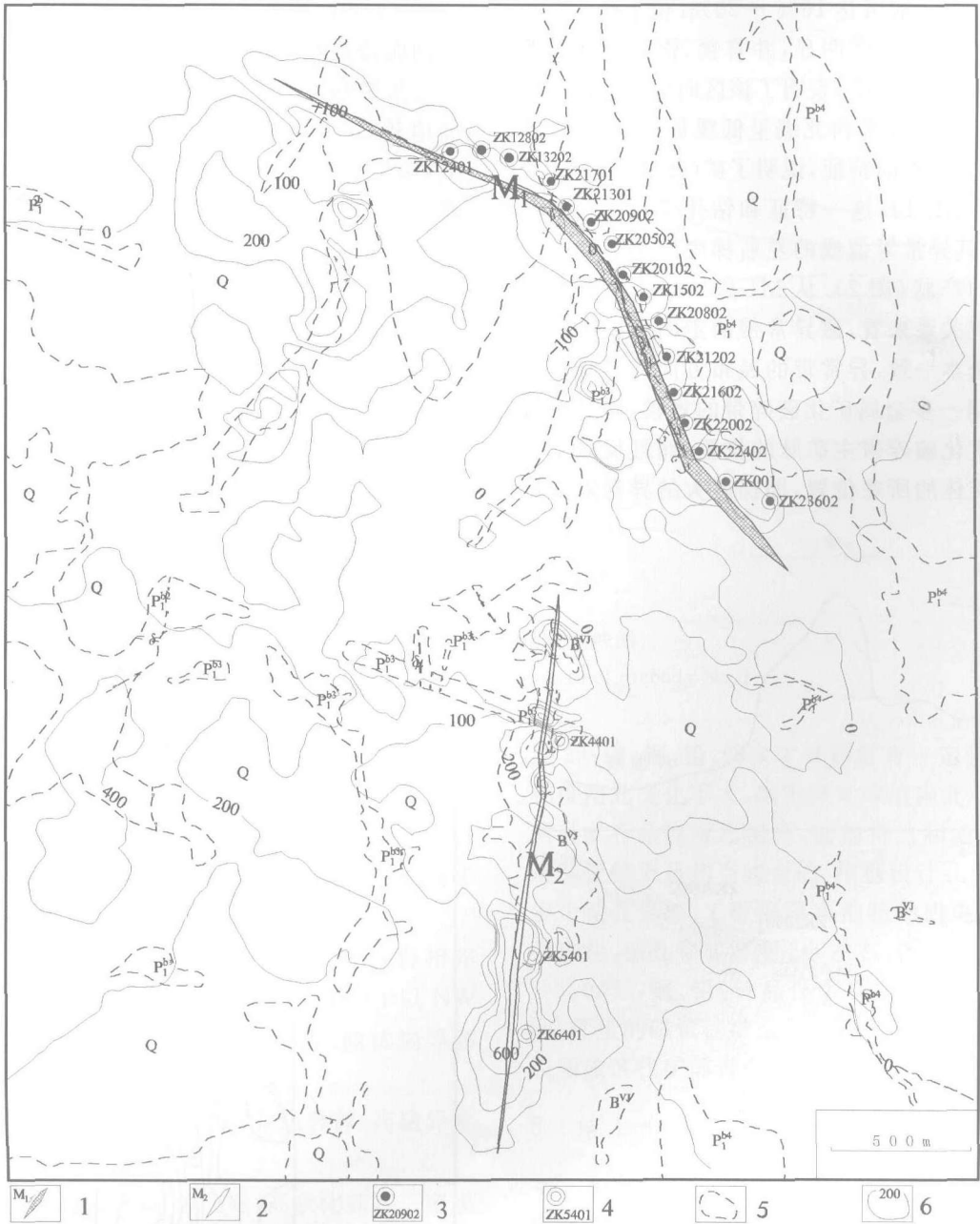


图 1 日龙沟矿区地质物探综合平面图

P_1^{b4} 、 P_1^{b3} 、 P_1^{b2} -第四、第三、第二岩性段; B^{VJ} -基性次火山岩;1-已知矿体;

2-推测矿体;3-见矿钻孔及编号;4-设计钻孔及编号;5-岩性界线;6- ΔT 等值线及量值(nT)

Fig. 1 Map showing geological and geophysical features of the Rilonggou Orefield

2.2 验证成果

2.2.1 磁法^[10~12]异常与矿化关系特征

测区的 ΔT 异常自北向南分为 2 个异常带 M1

和 M2(图 1),其中矿区北部 M1 异常带和已发现的锡—多金属矿带相对应,并有良好的锡、铜、铅、锌次生晕异常与之对应,目前,中浅部坑道和深部钻探工

程大都见到锡—多金属矿化脉,经钻探工程揭露在有较强矿化地段均有电磁异常相对应,钻孔穿矿厚度 1.5~2.2m,锡品位多在 0.32%~1.24%,铜、铅、锌品位多在 0.21%~1.07%之间,伴生的磁黄铁矿全铁品位一般可达 16%~20%。位于矿区南部的 M2 异常带,磁异常明显,并有锡、铜等次生晕异常相伴,钻孔大多见矿,表明了该区向南仍有一定的找矿前景。M1 磁异常西北端呈低缓负异常,东南端异常值高、梯度大的特征,说明了矿(化)体具有向北倾伏的特征(图 1),这一特征和钻孔资料得出的结论相吻合。其异常等值线的左右梯度的差别指示了矿(化)脉的产状(图 2)。从 M1 磁异常带特征与已知矿体对应关系来看,磁异常带的走向和矿化破碎带的走向基本一致,异常带的展布方向和范围较准确指示了锡—多金属矿化破碎带的规模,磁异常不仅指明了矿化破碎带主矿脉的位置,而且反映了主矿脉中富矿体的所在位置,即梯度大的异常对应高品位矿石。

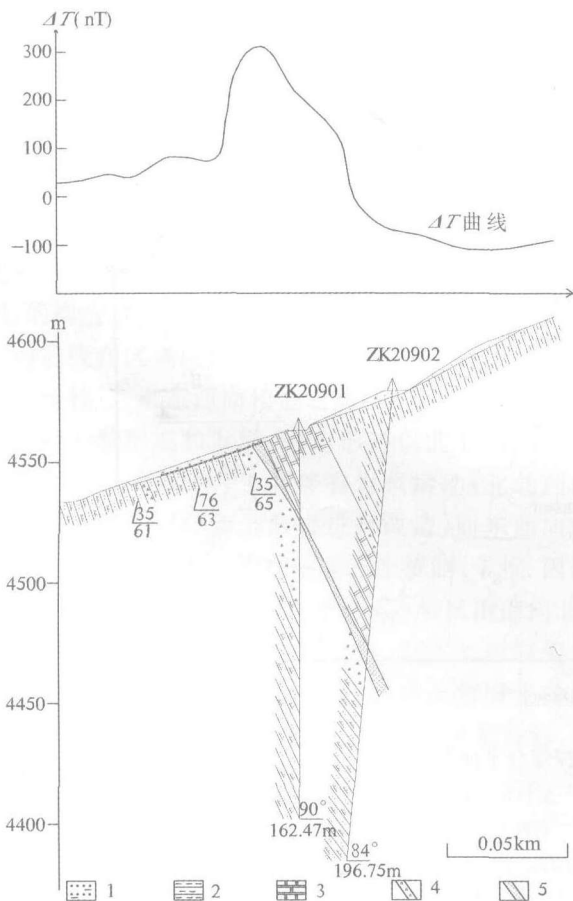


图 2 日龙沟矿区地质物探综合剖面图
1-变质粉砂岩;2-黑云母千枚岩;3-条带(纹)状大理岩;
4-磁黄铁矿化破碎带;5-矿脉
Fig. 2 Geological and geophysical comprehensive profile of the Rilonggou Orefield

2.2.2 激电中梯^[13~16]异常与矿化关系特征

激电中梯测量观测参数为视极化率 $\eta_s(\%)$ 和视电阻率 $\rho_s(\Omega \cdot m)$,因工作区地形切割较强烈,故 ρ_s 仅作为参考参数。中梯装置供电极距 $AB=1000\text{ m}$,剖面长度 400 m,测量极距 $MN=40\text{ m}$;联合剖面装置 $OA=220\text{ m}$, $MN=20\text{ m}$ 。

从激电异常等值线图来看,测区有 60%的地段 η_s 值超过 4%, η_s 值普遍高,个别地段高达 8%以上,这与该区黄铁矿化较为普遍有关(见图 3)。总体看来,I 号矿体激电异常 η_s 值西北低,东南高,这与锡—多金属矿品位有关,岩芯化验结果显示,锡—多金属矿品位西北低于东南。东南段激电异常有分支现象,推测矿体有分支,经钻孔验证,其南端矿体有一定延伸。II 号矿体激电异常在平面上呈带状 η_s 值南北相差不大,说明其矿化程度相当,但其高值不连续的特征说明矿化带连续而矿体不连续,从见矿钻孔资料来看,其矿石品位相当。由此可见该区内矿化带中的含矿地质体是引起激电中梯异常的直接原因。

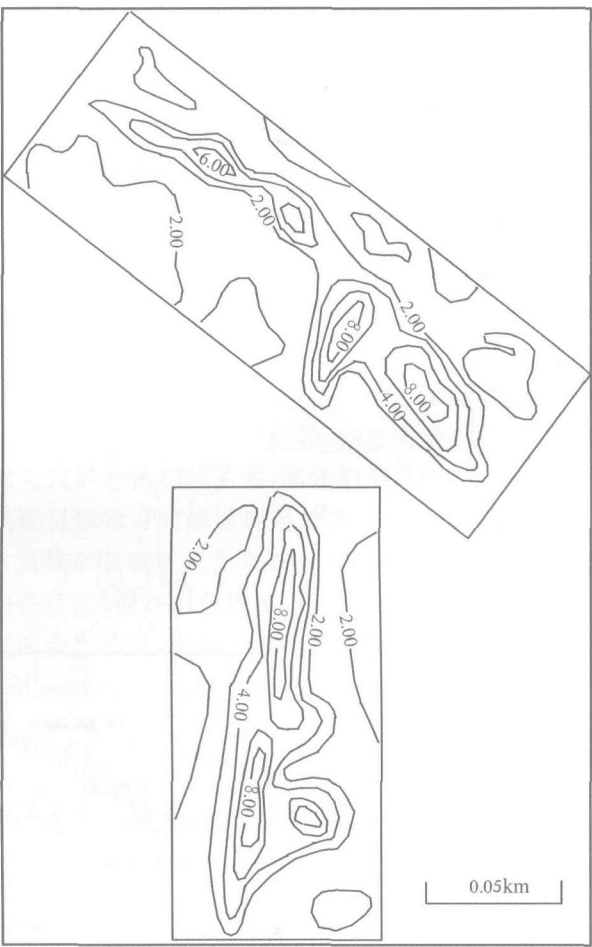


图 3 日龙沟地区激电异常图
Fig. 3 IP anomalies of the Rilonggou area

为了解矿体的产状,在测区地形较平缓,接地条件较好的 1 号矿体进行了激电联剖工作,其结果显示矿

体陡倾(见图 4),这与钻孔所得数据(倾角 75°)相吻合。

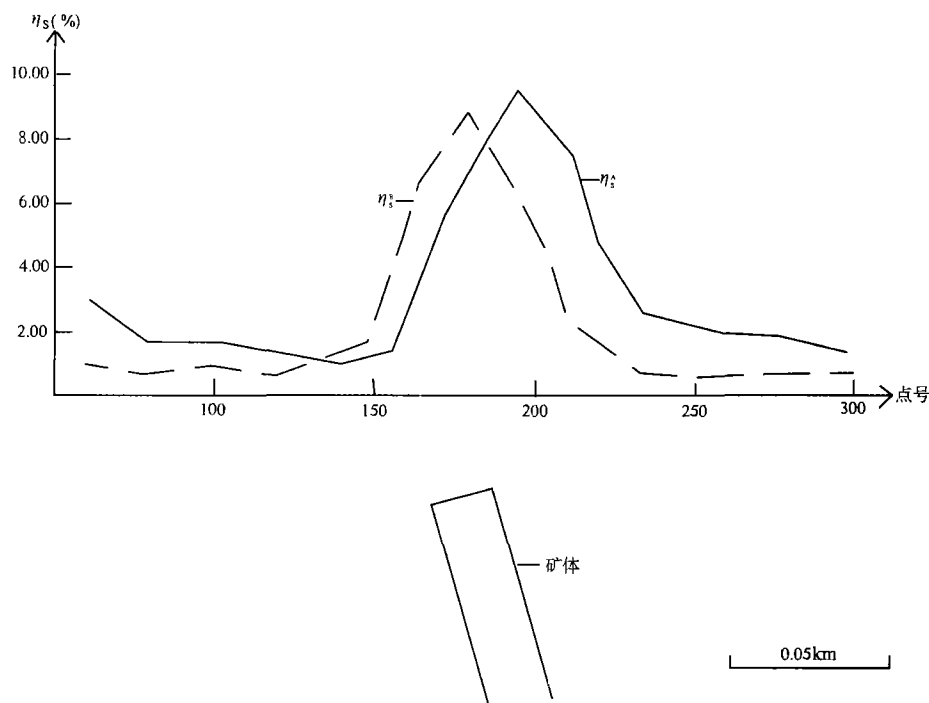


图 4 1 号矿体联剖曲线图

Fig. 4 Composite profiling curves of orebody No. 1

3 物探找矿标志和方法

综合上述成矿地质、地球物理背景、地球化学特征和找矿验证成果,日龙沟锡—多金属成矿区找矿标志如下:

(1) 矿体产于下二叠统浅变质滨海—浅海相碎屑岩、碳酸盐岩夹火山沉积岩建造。矿床产于以 NW 向为主的褶皱构造翼部、转折端、挠曲、倾伏端等部位的层间及岩体接触带附近。

(2) 矿体位于磁力场正负异常结合部、高磁异常中心区。

(3) 矿区的找矿标志为高磁、高极化和有一定规模和强度的锡、铜、铅、锌次生晕异常。

(4) 找矿方法应以地质环境为基础,以次生晕异常为引导,物探以高精度磁法为主,常规电法为辅。

4 成矿预测

通过找矿标志和方法的研究,依据物探异常特征并结合次生晕异常,推测测区南部 M2 磁异常带为一矿化带,其地球物理场表现为高磁异常和正负异常相结合(见图 1),激电异常表现为高极化率(见

图 3);锡、铜、铅、锌次生晕异常有一定强度。磁异常梯度南北变化不大,激电异常峰值南北相差无几,说明其矿石品位南北相当,这些特点和地质普查的坑道验证结果是相当吻合的。根据设计孔位打钻,已有多处钻孔见矿,工程揭露在推断的磁电异常均有较强矿化,钻孔穿矿厚度 2m 左右,锡品位多在 0.26%~1.03%,铜、铅、锌品位多在 0.23%~0.92%之间,伴生的磁黄铁矿全铁品位一般可达 18% 左右,说明该区找矿前景良好。

5 结 论

在青海省日龙沟锡—多金属成矿区地质找矿工作中,综合物探方法显示出较好的地质效果。该区锡—多金属矿体成因类型为磁黄铁矿化热液改造型,具高磁高极化的特性,利用磁法扫面,辅以激电测量,然后对采集的磁电数据反演解释,可以快速、高效地为下一步的勘探工程部署提供优选靶区。因此,在认知矿区的物性差异的基础上,合理利用综合物探方法能够取的事半功倍的效果。

参 考 文 献 (References):

- [1] 石明,冯德山,戴前伟. 综合物探方法在堤防质量检测中的应用

- [J]. 地球物理学进展, 2006, 21(4): 1328~1331.
- Shi M, Feng D S, Dai Q W. Application of integrated geophysical method in quality detection of dikes[J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2006, 21(4): 1328~1331.
- [2] 葛双成, 江影, 颜学军. 综合物探技术在堤坝隐患探测中的应用[J]. 地球物理学进展, 2006, 21(1): 263~272.
- Ge S C, Jiang Y, Yan X J. Application of comprehensive geophysical exploration technique to hidden trouble detection of dyke[J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2006, 21(1): 263~272.
- [3] 高才坤, 陆超, 王宗兰, 翟联超. 采用综合物探法进行大坝面板脱空无损探测[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(3): 843~848.
- Gao S C, Lu C, Wang Z L, Zhai L C. Non damage detecting holes of dam's plate by comprehensive Geophysical Prospecting[J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2005, 20(3): 843~848.
- [4] 孙兴国, 刘建明, 刘洪涛, 于昌明, 曾庆栋. 综合物探方法在好力宝铜矿床的应用[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(6): 1910~1915.
- Sun X G, Liu J M, Liu H T, Yu C M, Zeng Q D. The application of integrated geophysical prospecting method to the evaluation of haolibao copper deposits [J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2007, 22(6): 1910~1915.
- [5] 李春显. 中国板块构造轮廓[J]. 中国地质科学院院报, 1980, 2(1): 11~22.
- Li C X. Plate tectonic outlines of china[J]. Chinese Academy of Geological Sciences, 1980, 2(1): 11~22.
- [6] 路远发. 青海赛什塘—日龙沟成矿带构造环境的地球化学研究[J]. 宜昌地质矿产研究所所刊, 1988, 14: 184~194.
- Lu Y F. Geochemical Research on construction environment on Saishitang-Rilonggou metallogenic belt[J]. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, 1988, 14: 184~194.
- [7] 林德经. 青海赛什塘铜矿地质地球化学特征及矿床成因初步探讨[J]. 西北地质, 1983, 4: 26~34.
- Lin D J. Preliminary Study on geological geochemical characteristics and genesis ore deposits of Saishitang Cu ore [J]. Northwest Geology, 1987, 1: 57~65.
- [8] 黄才填. 铜峪沟铜矿稳定同位素以及地质意义[J]. 西北地质, 1987, 1: 57~65.
- Huang C T. Stable isotope and geological significance about Tongyugou copper mine[J]. Northwest Geology, 1987, 1: 57~65.
- [9] 王移生. 青海兴海铜峪沟铜矿区早二叠世火山岩及其成矿意义[J]. 西北地质, 1985, (1): 28~41.
- Wang Yisheng. Early Permian volcanic rocks and mineralization significance in Tongyugou copper area [J]. Northwest Geology, 1987, (1): 57~65.
- [10] 娄德波, 宋国玺, 李楠, 丁建华, 阴江宁, 邹伟. 磁法在我国矿产预测中的应用[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(1): 249~256.
- Lou D B, Song G X, Li N, Ding J H, Yin J N, Zou W. The application of magnetic method in national mineral prediction[J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2008, 23(1): 249~256.
- [11] 吴国学. 金矿勘查中的地面高精度磁法测量—以黑龙江乌拉嘎金矿外围十三公里勘查区为例[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(5): 1637~1641.
- Wu G X. High accuracy magnetic prospecting on earth surface in gold mine exploration ——Take the shisangongli exploring area out of Wulaga gold deposit in Heilongjiang province as an example[J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2007, 22(5): 1637~1641.
- [12] 赵国泽, 陈小斌, 汤吉. 中国地球电磁法新进展和发展趋势[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(5): 1171~1180.
- Zhao G Z, Chen X B, Tang J. Advanced geo electromagnetic methods in China[J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2007, 22(5): 1171~1180.
- [13] 李帝铨, 王光杰, 底青云, 付长民, 石昆法, 李英贤. 大功率激发极化法在额尔古纳成矿带中段找矿中的应用[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(5): 1621~1626.
- Li D Q, Wang G J, Di Q Y, Fu C M, Shi K F, Li Y X. The application of high-power induced polarization in the middle section of eerguna metallogenic belt [J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2007, 22(5): 1621~1626.
- [14] 吴国学, 李守义, 任云生, 陈国华, 王永祥, 吕志刚. 乌拉嘎金矿主要控矿因素与激电法找金效果[J]. 地球物理学进展, 2006, 21(4): 1248~1251.
- Wu G X, Li S Y, Ren Y S, Chen G H, Wang Y X, Lv Z G. The main factors of orebody controlling and Induced polarization of gold finding effecting in wulaga gold deposit[J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2007, 22(5): 1621~1626.
- [15] 何继善. 频率域电法的新进展[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(4): 1250~1254.
- He J S. The new development of frequency domain electro prospecting [J]. Progress in Geophysics(in Chinese), 2007, 22(4): 1250~1254.
- [16] 余传涛, 刘鸿福, 高建. 双频激电法在探测煤矿采空区的尝试[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(5): 1603~1609.
- Yu C T, Liu H f, Gao J P. The Experimental study on the Dual frequency induced polarization method detecting coal mine gob[J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2008, 23(5): 1603~1609.